

УДК 551.580

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СУТОЧНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КРАСНОДАР

С.С. Давыдов¹

Научный руководитель – доц. С.М. Авдеев¹

¹ *ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, avdeev@rgau-msha.ru*

***Аннотация:** в проведенных исследованиях были рассмотрены суммы выпадающих осадков, а также изменения температуры воздуха за вегетационный период на территории города Краснодар.*

***Ключевые слова:** осадки, экстремальные осадки, температура воздуха.*

Актуальность. Изменение климата и увеличения числа опасных явлений погоды, оказывают влияние на все сферы жизни человека и отрасли экономика. В тоже время максимальные суточные осадки входят в формулу нормативных данных строительного СП по гидрологии для расчета максимального расхода воды с водосборов при отсутствии данных наблюдений. В этой связи мы поставили перед собой цель - сформировать статистические ряды максимальных суточных осадков и средним температурам вегетационного периода, по репрезентативным данным на территории города Краснодар и проанализировать их.

Атмосферные осадки являются основным источником увлажнения суши. В условиях современного изменения климата необходимо контролировать их количество. От точности определения количества осадков зависит достоверность расчетов, относящихся к уравнениям водного баланса суши, связи теплового и водного балансов деятельной поверхности, водохозяйственным расчетам, в том числе и к оценке урожайности.

Современные климатические изменения, а именно повышение температуры воздуха, оказывают решающее влияние на формирование количества фактической природной влаги в границах одного региона или одной страны [1, 2, 3]. Это может непредсказуемо сказываться на продуктивности агроэкосистем, в том числе на кормовые угодья, на которых выращиваемые культуры достаточно требовательны к теплу и влаге [4, 5].

Тема изменения климата в настоящее время становится все более актуальной, так как количество стихийных бедствий резко возросло в

последние годы, а погода становится все более непредсказуемой. Особенно тяжелые и редко выпадающие осадки очень важны из-за экстремальных гидрологических явлений, которые в будущем приведут к огромным экономическим потерям. Изучение динамики может помочь минимизировать ущерб от вредного воздействия изменения климата, уменьшить стихийные бедствия, а также дать возможность оценить степень воздействия человеческой деятельности на природу [2, 6, 7, 8].

Обсуждение результатов. Для определения изменения метеорологических характеристик в данной работе были использованы многолетние данные по метеостанции (34927) «Круглик» Краснодар за 1963–2022 годы. По выбранной метеостанциям были получены и обработаны базы данных суточных данных по осадкам и по средним температурам за вегетационный период, за выбранный период наблюдений. Для начала был построен график средних температур за вегетационный период (рис. 1) и на него была нанесена линия тренда, которая и показывает тенденцию изменения средних температур за выбранный временной период.

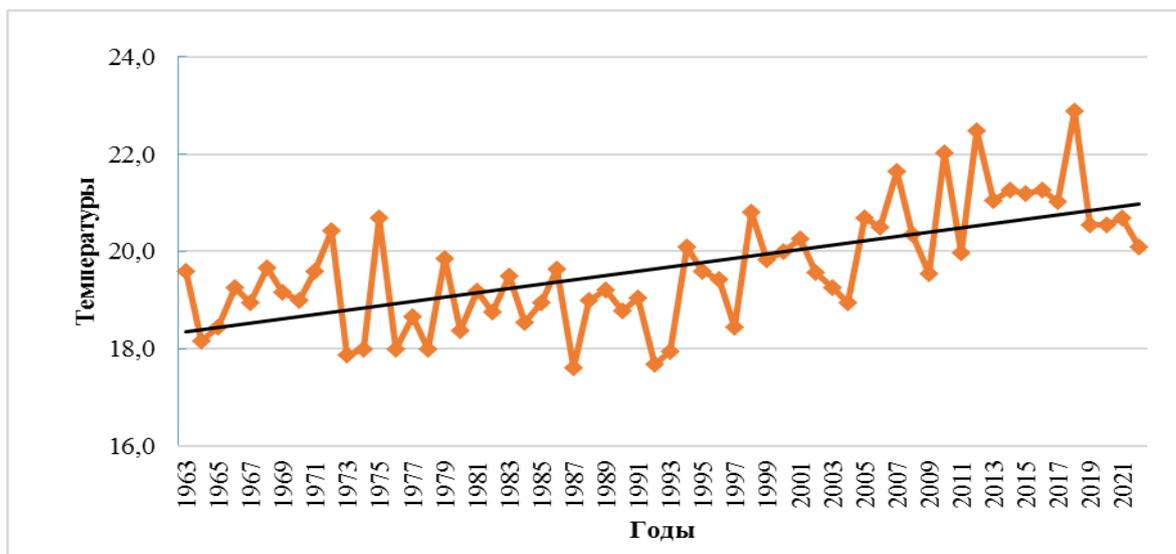


Рис. 1. График средних температур вегетационного периода Круглик, 1963-2022 гг

На рисунке 1 продемонстрирован график средних температур вегетационного периода для метеостанции Круглик (г. Краснодар), по выбранному временному периоду. Краснодар расположен на удалении от морского побережья, что наглядно видно на графике, благодаря тому что линейный тренд находится на порядок выше горизонтали в 18, и лишь самые низкие средние показатели оказываются ниже этой горизонтали.

В результате можно отметить, что средние температуры на территории города Краснодар имеют тенденцию к увеличению. Их рост за последние 60 лет составил около 1,5-2 градуса Цельсия. Этот факт подтверждает возможность усиления экстремальных осадков и их частоты, на территории города, в частности из-за повышения температурного режима.

Далее после того, как был проведен температурный анализ территории, следующим шагом стал анализ непосредственно суточных осадков по данным метеостанции. Для оценочной работы, были отобраны данные превышающие показатели осадков более 10 мм за сутки. Это было сделано по причине того, что осадки ниже данных значений за сутки не несут значимых убытков, например эрозионных эффектов (за исключением продолжительных ливней), которые не рассматриваются работе. Поэтому работа проводилась с рядами отобранных, высоких значений осадков.

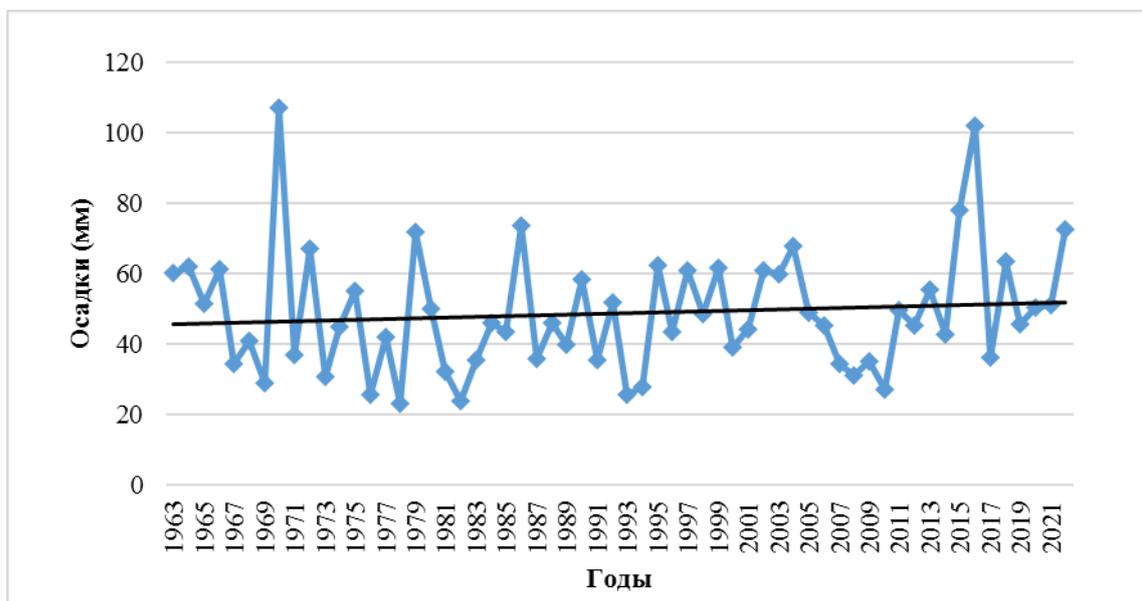


Рис. 2. Максимальные суточные осадки Круглик, 1963-2022 гг

На рисунке 2 представлен график максимальных суточных осадков по метеостанции Круглик за период с 1963 по 2022 год. На нем, виден четкий восходящий линейный тренд. На графике по данной метеостанции прослеживается следующая ситуация по распределению экстремальных пиках: выделяются два пика максимальных показателей наблюдений в начале и в конце выбранного периода, когда в средней части, показатели достаточно однородны. Вторая половина ряда менее однородна и имеет больший разброс смежных значений.

Следующим этапом стало составление таблиц вероятностей превышения различных значений, представляющих собой таблицу из 2 рядов по 30 лет каждый. Расчет вероятности превышения производили по формуле:

$$P = \left(\frac{n}{m+1} \right) * 100, \quad (1)$$

где:

n – порядковый номер значения в таблице.

m – общее количество значений в ряду.

Таблица 1 является расчетом эмпирической вероятности превышения максимальных суточных осадков по метеостанции Круглик, за период с 1963 по 2022 годы. Она поделена на два равных периода по тридцать лет в каждом. Показатели осадков во второй половине выше, чем в первой практически на всех значениях вероятностей превышения. Так значения при 96% вероятности превышения возрастают на 2,4 мм. С 23,3 мм до 25,7 мм. Рост наблюдается вплоть до 7% вероятности превышения, который составляет 4,7 мм. С 73,6 мм до 78,3 мм. В среднем рост составил примерно 3-5 мм.

Таблица 1

Расчет эмпирической вероятности превышения максимальных суточных осадков по метеостанции Круглик

№	1963–1992	Осадки	P	1993-2022	Осадки	P
1	1970	107,2	3,2	2016	102	3,2
2	1986	73,6	6,5	2015	78,3	6,5
3	1979	72	9,7	2022	72,8	9,7
4	1972	67,2	12,9	2004	67,9	12,9
5	1964	62	16,1	2018	63,6	16,1
6	1966	61,5	19,4	1995	62,6	19,4
7	1963	60,4	22,6	1999	61,6	22,6
8	1990	58,3	25,8	1997	61,2	25,8
9	1975	55,2	29,0	2002	60,9	29,0
10	1992	51,8	32,3	2003	60	32,3
11	1965	51,5	35,5	2013	55,4	35,5
12	1980	50,1	38,7	2021	51,3	38,7
13	1984	46,2	41,9	2020	50,5	41,9
14	1988	46,2	45,2	2011	49,9	45,2
15	1974	45,1	48,4	2005	48,9	48,4
16	1985	43,5	51,6	1998	48,8	51,6
17	1977	42,2	54,8	2019	45,9	54,8
18	1968	41,1	58,1	2006	45,4	58,1
19	1989	39,9	61,3	2012	45,3	61,3
20	1971	37,1	64,5	2001	44,2	64,5

21	1987	35,8	67,7	1996	43,4	67,7
22	1983	35,7	71,0	2014	43	71,0
23	1991	35,4	74,2	2000	39,3	74,2
24	1967	34,3	77,4	2017	36,4	77,4
25	1981	32,3	80,6	2009	35,3	80,6
26	1973	30,8	83,9	2007	34,3	83,9
27	1969	28,9	87,1	2008	31,1	87,1
28	1976	25,8	90,3	1994	28	90,3
29	1982	23,8	93,5	2010	27,1	93,5
30	1978	23,3	96,8	1993	25,7	96,8

После расчета эмпирических вероятностей превышения максимальных суточных осадков по выбранным метеостанциям, был построен график (рисунок 3) сравнений полученных данных, на котором наглядно видно превышение показателей более позднего временного периода, над начальным. Этот график демонстрирует различия двух рядов и проясняет некоторые закономерности.

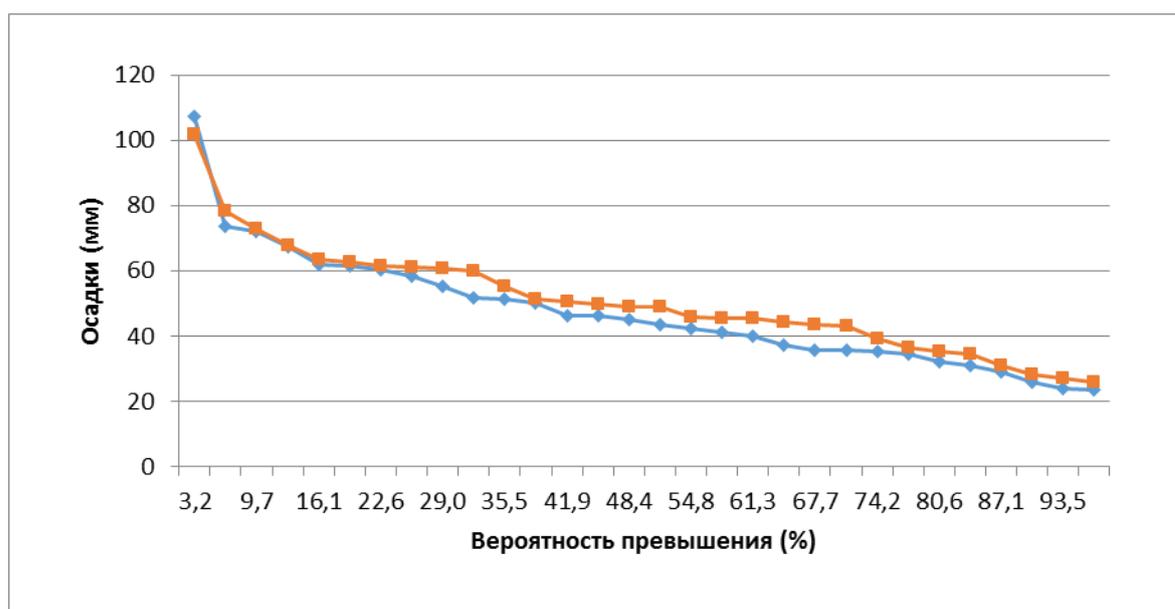


Рис. 3. Сравнительный график вероятностей превышения различных осадков за период 1963-2022 гг., Круглик

График, представленный на рисунке 3, демонстрирует рост показателей осадков с определенной обеспеченностью. По данному графику заметно, что значения низкой обеспеченности превышения выше во втором временном ряду. Так же на графике можно увидеть тенденцию на максимальный рост показателей обеспеченности превышения именно на показателях с низкой вероятностью превышения, а именно 3-15% вероятность, что еще раз показывает возрастание стратификации интенсивности осадков по годам и

возрастанию колебаний данных параметров, что позволяет предположить дальнейшие усиления сильных ливневых осадков.

На рисунке 4 представлено увеличение числа дней в году с осадками всех трёх представленных интенсивностей. При этом наблюдается самый большой рост показателя дней с осадками более 10 мм.

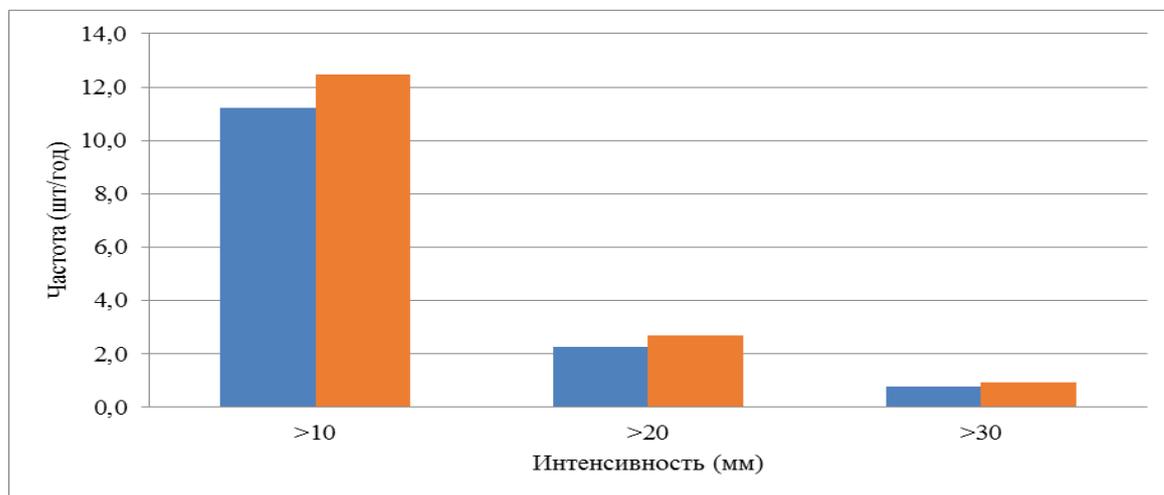


Рис. 4. Гистограмма Частоты дней с осадками выше определенных значений
Круглик

В результате анализа гистограммы частоты дней с осадками выше определенных значений можно сделать вывод о том, что увеличились не только показатели максимальных (экстремальных) осадков, но и их частота.

Заключение. В данной работе были рассмотрены такие показатели как максимальные суточные осадки и средние температуры воздуха за вегетационный период. Были сформированы статистические ряды максимальных суточных осадков и на их основе проведена оценка с помощью построения графиков данных, на которые наносились линии тренда, которые продемонстрировали возрастание исследуемых показателей. Проверка повторяемости проводилась подсчетом количества дней с осадками различной обеспеченности и последующим построением гистограмм. Они продемонстрировали возрастание количества дней с сильными осадками на всех метеостанциях за последние 60 лет.

В итоге были выявлены тренды, как на возрастание максимальных значений осадков, так и увеличения частоты их выпадения. Так же были выявлены линейные тренды возрастания эмпирических вероятностей превышения значений различной обеспеченности, по второму временному периоду с 1993 по 2022 годы.

Библиографический список

1. Анисимов О. А. Пространственные и временные закономерности динамики температуры воздуха на территории России в 20 – начале 21 века / О. А. Анисимов, Е.Л. Жильцова, В.А. Кокорев // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2011- Том XXIV. – С. 80-93
2. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. Основы оптимальной адаптации экономики России к опасным проявлениям погоды и климата// Метеорология и гидрология, №4, 2009. С. 5- 14.
3. Дымников В.П., Лыкосов В.Н., Володин Е.М. и др. Моделирование климата и его изменений // Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. Т. 2. Математическое моделирование. М.: Наука, 2005
4. Долголетие и урожайность злаковых трав газонного типа при использовании на кормовые цели / Н. Н. Лазарев, В. В. Соколова, Я. Г. Бутько, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 8-13. – EDN ZJLUQF.
5. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, А. Р. Тяжкороб, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20-26. – EDN HQVFKZ.
6. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. Гидрометиздат, 2005, - 103 с.
7. Ярынич Ю.И., Варенцов М.И., Платонов В.С., Степаненко В.М., Чернокульский А.В., Давлетшин С.Г., Дронова Е.А. Влияние московского мегаполиса на осадки теплого периода в зависимости от крупномасштабных атмосферных условий. Водные ресурсы. 2023. Т. 50. № 5. С. 550–560.
8. Гидрометцентр России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/>

ASSESSMENT OF TRENDS IN EXTREME DAILY PRECIPITATION IN THE TERRITORY OF THE CITY OF KRASNODAR

S.S. Davydov

Scientific supervisor – S.M. Avdeev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, avdeev@rgau-msha.ru

Abstract: the studies conducted examined the amount of precipitation, as well as changes in air temperature during the growing season in the city of Krasnodar.

Key words: precipitation, extreme precipitation, air temperature.

